

2. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. М.: Высшая школа, 1985. 349 с.

3. Курицкий, Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. СПб.: BHV Санкт-Петербург, 1997. 384 с.

УДК 674.81

Студ. А.И. Змеева, А.Д. Герасимова  
Рук. А.В. Савиновских, А.В. Артёмов, В.Г. Бурындин  
УГЛТУ, Екатеринбург

## ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА БЕЗ СВЯЗУЮЩЕГО НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И ОПАВШЕЙ ЛИСТВЫ

Известна возможность получения древесного пластика без добавления связующих (ДП-БС) с применением такого растительного сырья, как шелуха пшеницы, овса и проч. Получение данных материалов обуславливается наличием лигнина в исходном материале [1].

Альтернативным сырьем для получения ДП-БС могли бы выступать отходы лесопарковых зон представленными опавшими листьями (смесь опавшей листвы от уборки парков, скверов, зон массового отдыха, набережных, пляжей и других объектов благоустройства).

Выполненные предварительные исследования показали в опавших листьях содержание лигнина – 35 % и целлюлозы – 11 %. Таким образом, использование данного сырья возможно только в качестве дополнения к древесному [1].

Цель данной работы – получить и исследовать свойства ДП-БС на основе древесных отходов с добавлением опавшей листвы и оценка возможности использования изделий на основе данных материалов.

Для исследования свойств ДП-БС и для предварительной оценки влияния одновременно изменяемых технологических факторов при получении ДП-БС в работе был проведен двухфакторный эксперимент [2].

Область изменения входных факторов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Области изменения входных факторов

Название параметра	$Z_i$	Значение параметра	
		min (-)	max (+)
Массовая доля опавшей листвы, %	$Z_1$	10	30
Фракционный состав пресс-материала, мм	$Z_2$	0,7	1,4

За выходные параметры были взяты следующие свойства ДП-БС:  $Y(P)$  – плотность, г/см<sup>3</sup>;  $Y(\Pi)$  – прочность при изгибе, МПа;  $Y(HB)$  – твердость, МПа;  $Y(B)$  – водопоглощение, %;  $Y(A)$  – ударная вязкость, кДж/м<sup>2</sup>.

Методом горячего прессования были изготовлены образцы-диски ДП-БС диаметром 90 мм, у которых были определены физико-механические свойства.

Средние арифметические значения физико-механических свойств полученных образцов ДП-БС приведены в табл. 2.

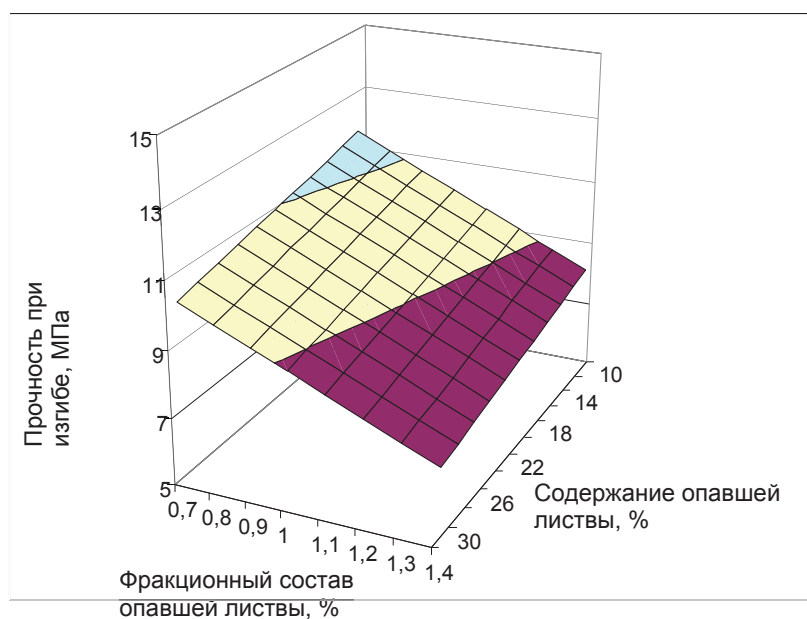
Таблица 2

Физико-механические свойства ДБ-БС  
на основе древесного опила и опавшей листвы

$Y(P)$	$Y(\Pi)$	$Y(HB)$	$Y(B)$	$Y(A)$
1070	7,2	43,5	127,0	1
1157	10,1	32,1	100,9	1,24
1187	8,3	102	180,5	0,96
1025	11,6	41	101,2	1,41

Для получения экспериментально-статистических моделей свойств ДП-БС средствами программы Microsoft Excel был проведен регрессионный анализ полученных результатов эксперимента с вероятностной оценкой адекватности полученных моделей экспериментальным данным.

На основании адекватных уравнений регрессии, были построены графические поверхности зависимости (см. рисунок).



Поверхность зависимости прочности при изгибе ДП-БС  
от содержания опавшей листвы и ее фракционного состава

Прочность при изгибе (см. рисунок) закономерно и сильно (на 42 %) снижается с увеличением содержания в композиции опавшей листвы. Это можно объяснить тем, что опавшая листва характеризуется упругостью, которая обусловлена структурой гибкостью листа. Гибкость листа обусловлена наличием в нем жилок, позволяющая обладать ему высокой пластичностью.

Максимальный показатель твердости проявляется в точке при максимуме содержания в пресс-композиции опавшей листвы и максимальном фракционном составе. Возможно, это объясняется тем, что наличие большего содержания листвы и больших ее фрагментов обуславливает создание поверхности образцов ДП-БС аналогичной структуре поверхности листа.

Изменение водопоглощения имеет четко выраженную закономерность, частично напоминающую изменение прочности при изгибе только полностью наоборот. С ростом содержания опавших листьев и с увеличением фракционного состава пресс-материала водопоглощение стабильно растет, особенно сильно влияет фракционный состав опавших листьев в композициях. Вероятней всего это связано с наличием полярных и гидрофильных соединений (целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин) в её составе.

Исходя из анализа данных поверхностей и решений систем уравнений, используя средства ПП «Microsoft Excel» [3], была подобрана оптимальная рецептура получения образцов ДП-БС на основе древесного опила и опавшей листвы, исходя из условий наименьшего (минимального) водопоглощения и наибольшей (максимальной) прочности при изгибе.

В результате был определен следующий рациональный состав ДП-БС на основе древесного опила и опавшей листвы:

- массовая доля опавшей листвы – 30 %;
- фракционный состав пресс-материала – 1,4 мм.

Наилучшие физико-механические свойства были выявлены у композита на основе древесного опила и опавших листьев фракцией 1,4 мм и процентном содержании 30 % по прочности при изгибе в 15,3 МПа и по водопоглощению в 72,8 %; опавших листьев фракции 0,7 мм и процентном содержании 10 % по водопоглощению в 68,4 % и прочности при изгибе в 10,71 МПа.

### *Библиографический список*

1. Савиновских А.В. Получение пластиков из древесных и растительных отходов в закрытых пресс-формах: автореф. дис. ... канд. техн. наук (25.12.2015) / Савиновских Андрей Викторович; УГЛТУ. Екатеринбург, 2015. 20 с.
2. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. М.: Высшая школа, 1985. 349 с.

3. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. СПб.: ВНУ. Санкт-Петербург, 1997. 384 с.

УДК 674.81

Студ. Ю.С. Киселева, А.А. Медведкова  
Рук. А.В. Савиновских, А.В. Артёмов, В.Г. Бурындин  
УГЛТУ, Екатеринбург

## ВЛИЯНИЕ ХВОИ СОСНЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА БЕЗ СВЯЗУЮЩЕГО

Одним из способов утилизации древесных отходов (таких как опилки, стружка и др.) является производство древесного пластика без добавления связующего (ДП-БС) [1].

Сейчас продолжается научный поиск и работы по оптимизации и совершенствованию технологии получения ДП-БС. Одно из направлений – это разработка рецептуры пресс-материала для получения ДП-БС с целью получения пластиков с высокими физико-механическими свойствами.

Учитывая все вышеизложенное, в данной работе поставлена цель – получить и исследовать свойства ДП-БС на основе древесных отходов с добавлением хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и оценка возможности использования изделий на основе данных материалов.

Для достижения данной цели потребовалось решить следующие задачи:

- получение набора образцов ДП-БС из различного состава наполнителя (древесный опил и хвоя);
- изучение физико-механических свойств образцов и влияние условий получения данных изделий.

На первоначальной стадии эксперимента было определено содержание лигнина и целлюлозы наполнителя. Результаты представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

### Содержание целлюлозы и лигнина в сырье

Сырье	Содержание, %	
	Целлюлоза	Лигнин
Древесный опил	27,0	27,0
Свежая сосновая хвоя	34,6	30,2
Сухая сосновая хвоя	32,7	33,6